

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



5 / Priority

Doc.

E. Millis

4 - 27 - 01



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 199 52 055.0

Anmeldetag: 28. Oktober 1999

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Massenflusssensor mit verbesserter Membranstabilität

IPC: G 01 F 1/692

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. Oktober 2000
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Faust

ROBERT BOSCH GMBH
Postfach 30 02 20
D-70442 Stuttgart

5

Massenflußsensor mit verbesserter Membranstabilität

10

Patentansprüche

1. Massenflußsensor (100; 200; 300; 400; 500) umfassend:
- einen Rahmen (6), der zumindest teilweise durch Silizium (2) gebildet ist;
 - eine von dem Rahmen (6) gehaltene Membran (23; 24; 25; 26; 27);
 - eine oberhalb des Rahmens (6) angeordnete Metallschicht (10);
 - ein Heizelement, das durch eine erste Struktur in der Metallschicht (10) gebildet ist; und
 - mindestens ein Temperaturmeßelement, das durch eine zweite Struktur in der Metallschicht (10) gebildet ist, gekennzeichnet durch eine Feuchtigkeitsbarriere (13), die oberhalb der Metallschicht (10) angeordnet ist.
2. Massenflußsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Feuchtigkeitsbarriere (13) zumindest teilweise durch eine Nitridschicht gebildet ist.
3. Massenflußsensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Nitridschicht eine Silizium-Nitridschicht (13) ist.

4. Massenflußsensor nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
- daß die Feuchtigkeitsbarriere die oberste Schicht (13)
des Massenflußsensors (1) bildet, und/oder
- 5 - daß die Feuchtigkeitsbarriere zumindest teilweise durch
ein oberes Sandwich-System (11, 13, 14, 15, 16, 17) mit
mindestens einer Silizium-Oxidschicht (11, 15, 17) und
mindestens einer Silizium-Nitridschicht (13, 14, 16)
gebildet ist, und/oder
- 10 - daß unterhalb der Metallschicht (10) ein unteres
Sandwich-System (18, 19, 20, 21, 22) mit mindestens
einer Silizium-Oxidschicht (18, 20, 22) und mindestens
einer Silizium-Nitridschicht (19, 21) angeordnet ist.
- 15 5. Massenflußsensor nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Sandwich-System mindestens eine Silizium-
Carbidschicht aufweist.
- 20 6. Massenflußsensor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß unmittelbar unterhalb der Metallschicht (10) eine
Silizium-Oxidschicht (18) vorgesehen ist.
- 25 7. Massenflußsensor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß zwischen dem Rahmen (6) und der Metallschicht (10)
eine Nitridschicht (28) angeordnet ist.
- 30 8. Massenflußsensor nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
- daß die Nitridschicht eine Silizium-Nitridschicht (28)
ist, und/oder

- daß unterhalb der Nitridschicht (28) eine durch thermische Oxidation hergestellte Silizium-Oxidschicht (4) vorgesehen ist.

- 5 9. Massenflußsensor nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
- daß im Aussparungsbereich (5) unterhalb der
Nitridschicht (28) eine Oxidschicht angeordnet ist,
und/oder
- 10 - daß die Oxidschicht im Aussparungsbereich (5) unterhalb
der Nitridschicht (8) entfernt worden ist.
10. Massenflußsensor nach einem der Ansprüche 3 oder 6 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
15 daß die Schicht durch PECVD, LPCVD oder ein anderes CVD-
Verfahren hergestellt worden ist.
11. Massenflußsensor nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
20 daß anstelle von mindestens einer der Oxidschichten
und/oder der Nitridschichten eine Silizium-Carbidschicht
vorgesehen ist.

ROBERT BOSCH GMBH
Postfach 30 02 20
D-70442 Stuttgart

5

Massenflußsensor mit verbesserter Membranstabilität

10

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Massenflußsensor nach der
Gattung des unabhängigen Patentanspruchs, der in der
15 Beschreibung zu Fig. 1 näher beschrieben ist.

Vorteile der Erfindung

Der erfindungsgemäße Massenflußsensor mit den kennzeichnenden
20 Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil
einer verbesserten Membranstabilität. Vorteilhafte
Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen
Patentansprüchen angegeben.

25 Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung besteht darin, die
Stabilität der Membran des bekannten Massenflußsensors zu
erhöhen, indem die Gesamtschichtdicke einer erfindungsgemäßen
Membran gegenüber der bekannten Membran vergrößert wird.

30 Eine Möglichkeit zur Vergrößerung der Gesamtschichtdicke der
Membran bzw. zur Erhöhung der Membranstabilität des bekannten
Massenflußsensors besteht darin, oberhalb der Metallschicht
des bekannten Massenflußsensors eine Feuchtigkeitsbarriere
anzuordnen.

35

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die oberste Schicht des Massenflußsensors bzw. der Membran als Feuchtigkeitsbarriere und in Form einer Deckschicht ausgebildet. Dies hat neben einer Erhöhung der

5 Gesamtschichtdicke und einer damit einhergehenden Verbesserung der Membranstabilität der bekannten Membran den Vorteil, daß das Eindringen von Feuchtigkeit in die Membran und damit in den Massenflußsensor zumindest deutlich verringert wird. Bei Aufnahme von Feuchtigkeit besteht die Gefahr, daß sich eine

10 oder mehrere Feuchtigkeit aufnehmende Schichten von der darunterliegenden Schicht bzw. dem Rahmen ablösen oder sich ihre mechanischen Eigenschaften deutlich verschlechtern. Die erfindungsgemäße Verwendung einer Feuchtigkeitsbarriere hat also neben einer die Membran gegen Feuchtigkeit abschirmenden

15 Wirkung den Vorteil einer weiteren Verbesserung der Membranstabilität. Feuchtigkeit kann insbesondere über die Luftfeuchtigkeit in der Luft, die über den Massenflußsensor strömt, an die Deckschicht bzw. die Membran gelangen.

20 Die Feuchtigkeitsbarriere wird bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung durch eine Nitridschicht gebildet, die zudem die Stabilität der erfindungsgemäßen Membran gegen auf die Membran auftreffende Partikeln im Luftstrom verbessert. Bevorzugt wird eine LPCVD- oder PECVD-

25 Nitridschicht als Feuchtigkeitsbarriere verwendet.

Alternativ oder ergänzend kann die Feuchtigkeitsbarriere jedoch auch durch eine Silizium-Carbidschicht, vorzugsweise aus PECVD-Siliziumcarbid, eine Schicht aus einem chemisch

30 resistenten Metall, wie Platin, Gold usw., oder eine Schicht aus einem oder mehreren Metall-Oxiden gebildet werden.

Zur weiteren Verbesserung der mechanischen Stabilität einer erfindungsgemäßen Membran und/oder zur weiteren Verbesserung

des Schutzes der Membran gegen eindringende Feuchtigkeit, ist bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung im oberen Bereich der Membran ein oberes Sandwich-System vorgesehen, das mindestens eine Oxidschicht und mindestens
5 eine Nitridschicht aufweist. Bevorzugt ist das Sandwich-System oberhalb der Metallschicht der Membran angeordnet. Es werden zudem bevorzugt Silizium-Oxid- und Silizium-Nitridschichten verwendet.

10 Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, alternativ oder ergänzend, ein unteres Sandwich-System mit mindestens einer Oxidschicht und mindestens einer Nitridschicht unterhalb der Metallschicht und oberhalb des Rahmens des
Massenflußsensors abzuschneiden. Auch bei diesem unteren
15 Sandwich-System werden Silizium-Oxidschichten und Silizium-Nitridschichten bevorzugt verwendet.

Die Verwendung von einem oder mehreren Sandwich-Systemen in der erfindungsgemäßen Membran hat den Vorteil, daß ein
20 ausreichender Schutz gegen in den Sensor eindringende Feuchtigkeit selbst dann gewährleistet werden kann, wenn die Schicht, die die oberste Feuchtigkeitsbarriere bildet, beschädigt ist. Durch die Verwendung von einem oder mehreren
Sandwich-Systemen ist es zudem möglich die Membranspannung und
25 die Wärmeleitfähigkeit der Membran aufgrund der verschiedenen Schichten in weiten Bereichen einstellen zu können.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist unmittelbar unterhalb der Metallschicht der Membran eine
30 CVD-Oxidschicht, vorzugsweise eine PECVD-Silizium-Oxidschicht, vorgesehen. Die CVD-Oxidschicht ersetzt erfindungsgemäß die in Fig. 1 dargestellte Reoxidschicht der bekannten Membran. Da die Reoxidschicht durch Umwandlung der Oberfläche einer Silizium-Nitridschicht in eine Silizium-Oxidschicht

hergestellt wird, sind bei der bekannten Membran prozeßtechnische Einschränkungen bezüglich der maximal herstellbaren Schichtdicke gegeben. Indem bei der in Fig. 1 dargestellten bekannten Membran lediglich die Reoxidschicht durch eine dickere CVD- bzw. PECVD-Oxidschicht ersetzt wird, ist es erfindungsgemäß in einfacher Weise möglich, eine im Vergleich zur bekannten Membran dickere Membran herzustellen.

Ferner kann die bekannte Reoxidschicht erfindungsgemäß auch anstelle einer CVD-Oxidschicht durch ein Sandwich-System, vorzugsweise aus PECVD-Oxidschichten und PECVD-Nitridschichten, ersetzt werden. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden PECVD-Silizium-Oxidschichten und PECVD-Silizium-Nitridschichten abgechieden.

Eine weitere besonders bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, die LPCVD-Nitridschicht zwischen dem Rahmen und der Reoxidschicht der bekannten Membran in Fig. 1 durch eine PECVD-Nitridschicht, vorzugsweise durch eine PECVD-Silizium-Nitridschicht, zu ersetzen. Indem zusätzlich bei der bekannten Membran die Reoxidschicht - wie vorstehend erläutert - ersetzt wird, ist es möglich eine erfindungsgemäße Membran bzw. einen erfindungsgemäßen Massenflußsensor im Rahmen von PECVD-Prozessen herzustellen. PECVD-Prozesse zur Herstellung der erfindungsgemäßen Membran bzw. Sensors können typischerweise bei einer niedrigeren Temperatur durchgeführt werden, als dies mit LPCVD-Prozessen möglich ist. An einem Niedertemperaturprozeß, wie dem PECVD-Prozeß, ist von Vorteil, daß die Ausbildung von Sauerstoffpräzipitaten im Siliziumkristall und damit deren negative Auswirkungen im Hinblick auf die Maßhaltigkeit beim Ätzen mit Kaliumhydroxid (KOH) deutlich verringert wird.

Zeichnungen

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von nicht
notwendigerweise maßstäblichen Zeichnungen näher erläutert,
5 wobei gleiche Bezugszeichen gleiche oder gleichwirkende
Schichten oder Teile bezeichnen. Es zeigen:

Fig. 1 einen bekannten Halbleiter-Massenflußsensor mit einer
Membran - im Querschnitt;

10 Fig. 2 einen erfindungsgemäßen Halbleiter-Massenflußsensor
mit einer gegenüber der bekannten Membran mechanisch
robuster ausgeführten Membran sowie einer auf der
Membran angeordneten Feuchtigkeitsbarriere - im
15 Querschnitt;

Fig. 3 einen erfindungsgemäßen Halbleiter-Massenflußsensor,
der im Unterschied zu der Membran des in Fig. 2
dargestellten Massenflußsensors im oberen Teil der
20 Membran ein Sandwich-System aus Silizium-Oxid und
Silizium-Nitrid aufweist - im Querschnitt;

Fig. 4 einen erfindungsgemäßen Halbleiter-Massenflußsensor
bei dem das Sandwich-System der Fig. 3 nicht im oberen
25 Teil, sondern im unteren Teil der Membran vorgesehen
ist - im Querschnitt; und

Fig. 5 einen erfindungsgemäßen Halbleiter-Massenflußsensor
bei dem sowohl im oberen als auch im unteren Teil der
30 Membran ein in den Figuren 3 und 4 dargestelltes
Sandwich-System vorgesehen ist - im Querschnitt.

Beschreibung

Der in Fig. 1 dargestellte Massenflußsensor 1 weist einen Rahmen 6, eine auf dem Rahmen 6 angeordnete Membran 23, die bevorzugt zur Messung einer Luftströmung dient, und eine in der Membran 23 angeordnete Metallschicht, vorzugsweise eine Platin-Schicht 10, auf.

Zur Herstellung des in Fig. 1 dargestellten bekannten Massenflußsensors 1 wird ein Silizium-Substrat 2 mit einer (100)-Orientierung, z. B. in einem Horizontalofen, in bekannter Weise durch die Zufuhr von Sauerstoff auf seinen Oberflächen oxidiert, wobei auf der Vorderseite des Silizium-Substrats 2 eine Silizium-Oxidschicht 3 und auf der Rückseite des Silizium-Substrats 2 eine Silizium-Oxidschicht 4 entsteht.

Auf der Ober- und Unterseite des Schichtensystems, bestehend aus dem Silizium-Substrat 2, der unteren Silizium-Oxidschicht 3 und der oberen Silizium-Oxidschicht 4, wird eine Silizium-Nitridschicht 7 und eine Silizium-Nitridschicht 8 abgeschieden. Die Silizium-Nitridschichten 7 und 8 werden bei der bekannten Membran 23 durch sogenanntes "Chemical Vapor Deposition" (CVD), genauer gesagt, durch sogenanntes "Low-Pressure Chemical Vapor Deposition" (LPCVD), erzeugt.

Nachdem die Unter- und die Oberseite mit einer Silizium-Nitridschicht versehen worden sind, wird die Oberfläche der oberhalb des Rahmens 6 befindlichen Silizium-Nitridschicht 8 in eine Silizium-Oxidschicht umgewandelt. Diese Silizium-Oxidschicht, welche im folgenden als Reoxidschicht 9 bezeichnet wird, bildet den Untergrund für die Platin-Schicht 10, die die Reoxidschicht 9 weitgehend bedeckt.

In der Platin-Schicht 10 werden in bekannter Weise elektrisch voneinander isolierte Strukturen (nicht dargestellt) durch Ätzen erzeugt. Die mit jeweils zwei Anschlüssen (nicht dargestellt) zur Herstellung eines elektrischen Anschlusses
5 vorgesehenen Strukturen bilden zur Herstellung eines Massenflußsensors mindestens ein Heizelement (nicht dargestellt) und zwei Temperaturmeßelemente (nicht dargestellt), wovon vorzugsweise eines links vom Heizelement und eines rechts vom Heizelement angeordnet ist.

10

Nachfolgend wird die Platin-Schicht 10 im Rahmen eines weiteren CVD-Prozeßschritts mit einer Silizium-Oxidschicht 11 versehen. Bei dem CVD-Prozeßschritt zur Bildung der Silizium-Oxidschicht 11 wird vorzugsweise von einem sogenannten
15 "Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition"-Verfahren (PECVD) Gebrauch gemacht. Das PECVD-Verfahren ist bekannt und braucht daher hier nicht näher erläutert zu werden.

20

Nach der Beschichtung der Platin-Schicht 10 mit der Silizium-Oxidschicht 11 wird die Silizium-Oxidschicht 11 derart geätzt, daß die in der Platin-Schicht 10 vorgesehenen Strukturen zur Bildung des Heizelements bzw. des oder der
Temperaturmeßelemente elektrisch kontaktiert werden können. Nach der Herstellung entsprechender Ätzlöcher in der Silizium-
25 Oxidschicht 11 werden in bekannter Weise Aluminium-Kontaktanschlüsse erzeugt, von denen beispielhaft lediglich ein einziger Aluminium-Kontaktanschluß 12 in Fig. 1 dargestellt ist, die die Strukturen in der Platin-Schicht 10 kontaktieren und zum externen elektrischen Anschluß des
30 Massenflußsensors 1 dienen.

Das aus dem Silizium-Substrat 2 und den Silizium-Oxidschichten 3 und 4 bestehende Schichtensystem wird nun derart geätzt, vorzugsweise mit Kaliumhydroxid (KOH), daß sich aufgrund der

unterschiedlichen Ätzzraten von KOH in der [100]- und der [111]-Kristall-Richtung von Silizium eine zur Membran hin verjüngende pyramidenstumpfförmige Aussparung 5 mit trapezförmigem Querschnitt in dem Silizium-Substrat 2 bildet, wodurch der Rahmen 6 entsteht und die Membran 23 gebildet wird.

Der Massenflußsensor 1 der Fig. 1 sowie die in den weiteren Figuren dargestellten erfindungsgemäßen Massenflußsensoren 200, 300, 400, 500 werden typischerweise im Ansaugkanal von Verbrennungsmaschinen zur Messung der der Verbrennungsmaschine zugeführten Luftmenge und deren Strömungsrichtung eingesetzt. Da die der Verbrennungsmaschine zugeführte Luft oftmals Partikeln aufweist, können diese auf den Massenflußsensor 1 bzw. die Membran 23 auftreffen und zur Zerstörung der Membran 23 führen.

Um diesem Problem zu begegnen, sind die in den Figuren 2 bis 5 dargestellten, erfindungsgemäßen Massenflußsensoren 200, 300, 400, 500 jeweils mit einer Membran 24 bis 27 versehen, die mechanisch robuster als die Membran 23 des bekannten Massenflußsensors 1 der Fig. 1 ist.

Eine ausreichende Robustheit gegenüber dem beschriebenen Beschuß mit Partikeln kann insbesondere erreicht werden, indem erfindungsgemäß eine Membran gebildet wird, deren Gesamtschichtdicke dicker als die Gesamtschichtdicke der bekannten Membran 23 ist, wodurch eine ausreichende mechanische Stabilität der erfindungsgemäßen Membran erreicht und ein Membranbruch verhindert wird.

Es versteht sich jedoch, daß die Gesamtschichtdicke einer erfindungsgemäßen Membran in Abhängigkeit von dem konkreten Schichtensystem der Membran bzw. des gesamten Sensors gewählt

werden kann. Die Gesamtschichtdicke einer erfindungsgemäßen Membran könnte also auch gleich dick oder dünner als die der bekannten Membran sein, wenn das konkrete Schichtensystem aufgrund seiner Anordnung und/oder seiner Zusammensetzung der die Membran bildenden Schichten eine ausreichende mechanische Stabilität gegenüber dem beschriebenen Beschuß durch Partikeln aufweist.

Die konkrete Gestaltung der Schichtenreihenfolge einer erfindungsgemäßen Membran bzw. von deren Dicke wird sich in der Regel natürlich auch daran orientieren, welche konkreten physikalischen Bedingungen im Ansaugkanal herrschen, in den der Massenflußsensor eingebracht werden soll.

Eine Möglichkeit die mechanische Stabilität der bekannten Membran 23 der Fig. 1 zu erhöhen, besteht darin, eine oder mehrere der Schichten der bekannten Membran 23 dicker auszuführen, wodurch sich eine größere Gesamtschichtdicke der Membran einstellt.

Vorzugsweise ist bei dem erfindungsgemäßen Massenflußsensor 200 der Fig. 2 vorgesehen, daß die auf der Platin-Schicht 10 abgeschiedene Silizium-Oxidschicht 11 dicker als die entsprechende Silizium-Oxidschicht 11 des bekannten Massenflußsensors 1 der Fig. 1 ist.

Eine alternative oder ergänzende Möglichkeit eine im Vergleich zur bekannten Membran dickere Membran herzustellen, besteht darin, die Reoxidschicht 9 der bekannten Membran 23 durch eine dickere Silizium-Oxidschicht 18 zu ersetzen - wie in den Figuren 2 bis 5 jeweils dargestellt. Da die bekannte Reoxidschicht 9 - wie bereits erläutert - durch Umwandlung der Oberfläche einer Silizium-Nitridschicht in eine Silizium-Oxidschicht hergestellt wird, sind prozeßtechnische

Einschränkungen bezüglich der einstellbaren Schichtdicke gegeben. Diese Einschränkung kann erfindungsgemäß durch die Verwendung einer Silizium-Oxidschicht 18 überwunden werden, insbesondere wenn die Silizium-Oxidschicht 18 durch PECVD hergestellt wird.

Silizium-Oxid, wie beispielsweise durch PECVD gebildetes Silizium-Oxid, neigt jedoch dazu Feuchtigkeit aufzunehmen und dadurch die Haftung zum Untergrund zu verlieren oder seine mechanischen Eigenschaften zu verändern. Dieser Umstand wird durch eine dickere Silizium-Oxidschicht sogar noch begünstigt. Daher ist bei den in den Fig. 2 bis 5 dargestellten Ausführungsbeispielen jeweils eine Membran 24 bis 27 vorgesehen, die eine Deckschicht aufweist, die eine Feuchtigkeitsbarriere 13 bildet. Als Feuchtigkeitsbarriere dient vorzugsweise eine Silizium-Nitridschicht, die beispielsweise durch LPCVD oder durch PECVD hergestellt sein kann. Die Feuchtigkeitsbarriere verhindert, daß die Luftfeuchtigkeit im Ansaugkanal an die, vorzugsweise gegenüber der bekannten Membran 23 dicker ausgeführten Silizium-Oxidschichten gelangt.

Bei einer weiteren Möglichkeit die mechanische Stabilität der bekannten Membran 23 der Fig. 1 zu erhöhen, ist vorgesehen, auf der bekannten Membran 23 lediglich eine Silizium-Nitridschicht abzuscheiden und hierdurch die Gesamtschichtdicke der bekannten Membran 23 zu erhöhen.

Ebenso kann vorgesehen sein, die Silizium-Oxidschicht 11 der bekannten Membran 23 bei einer erfindungsgemäßen Membran dünner auszuführen und die erhaltene, erfindungsgemäße Membran mit einer Silizium-Nitridschicht als Feuchtigkeitsbarriere zu versehen. Damit kann sich also eine erfindungsgemäße Membran

ergeben, die in ihrer Gesamtschichtdicke dünner, gleich oder auch dicker als die bekannte Membran 23 ist.

Die in Fig. 3 dargestellte, erfindungsgemäße Membran 25 weist im Unterschied zur Membran 24 der Fig. 2 im oberen Teil der Membran, d.h. in dem Teil der Membran, der oberhalb der Platin-Schicht 10 liegt, ein Sandwich-System aus Silizium-Oxid- und Silizium-Nitridschichten auf. Diese werden vorzugsweise ebenfalls jeweils durch PECVD hergestellt. Bei dem in Fig. 3 dargestellten Massenflußsensor 300 weist das Sandwich-System die Schichtenfolge (von unten nach oben): Silizium-Oxidschicht 11, Silizium-Nitridschicht 14, Silizium-Oxidschicht 15, Silizium-Nitridschicht 16 und Silizium-Oxidschicht 17 auf.

Es versteht sich jedoch, daß die Schichtenreihenfolge auch umgekehrt sein kann. Ebenso kann das Sandwich-System oder auch die gesamte Membran 25 oder ein Teil hiervon durch ein anderes CVD- oder Depositionsverfahren hergestellt sein.

Das abweichend von der Membran 24 in Fig. 2 im oberen Teil der Membran 25 vorgesehene Sandwich-System in Fig. 3 hat den Vorteil, daß die Silizium-Nitridschichten 14 und 16, zusätzlich zur Feuchtigkeitsbarriere 13, weitere Feuchtigkeitsbarrieren bilden und die unter ihnen befindlichen Silizium-Oxidschichten gegen die Aufnahme von Feuchtigkeit abschirmen. Das Sandwich-System bietet aufgrund des Vorhandenseins von mehreren Nitridschichten zudem auch dann noch einen wirkungsvollen Schutz gegen in die Membran eindringende Feuchtigkeit, wenn beispielsweise die oberste Silizium-Nitridschicht 13 beschädigt ist.

Ferner erlaubt die Verwendung eines Sandwich-Systems in der Membran die Herstellung von Schichten mit unterschiedlichen

Schichtspannungen und Wärmeleitfähigkeiten. Dadurch ist die Herstellung einer dicken Membran mit einer definiert einstellbaren Membranspannung und definierter Wärmeleitfähigkeit möglich.

5

Bei dem Massenflußsensor 400 der Fig. 4 ist abweichend von dem in Fig. 3 dargestellten Massenflußsensor alternativ ein Sandwich-System im unteren Teil einer erfindungsgemäßen Membran 26 vorgesehen. Das in der Fig. 4 unterhalb der Platin-Schicht 10 durch Beschichtung erzeugte Sandwich-System, das bis auf diese Abweichung identisch zu dem in Fig. 3 dargestellten Sandwich-System ist, weist unmittelbar oberhalb der Silizium-Nitridschicht 8 die Schichtenfolge (von unten nach oben): Silizium-Oxidschicht 18, Silizium-Nitridschicht 19, Silizium-Oxidschicht 20, Silizium-Nitridschicht 21 und Silizium-Oxidschicht 22 auf. Oberhalb der Silizium-Oxidschicht 22 schließt sich unmittelbar die Platin-Schicht 10 an.

Diese zur Fig. 3 alternative Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Membran mit einem unteren Sandwich-System weist weitgehend dieselben Vorteile wie das in Fig. 3 dargestellte Sandwich-System auf.

Bei dem in Fig. 5 dargestellten Massenflußsensor 500 ist ein Sandwich-System sowohl in dem unmittelbar oberhalb der Platin-Schicht 10 gelegenen Bereich einer erfindungsgemäßen Membran 27 - wie bei Fig. 3 - als auch ein Sandwich-System zwischen der Silizium-Nitridschicht 8 und der Platin-Schicht 10 - wie bei Fig. 4 - vorgesehen. Ansonsten entspricht der in Fig. 5 dargestellte Massenflußsensor 500 dem Massenflußsensor 300 und 400 der Figuren 3 und 4. Daher weist auch diese Membran 27 die im Zusammenhang mit der Bildung einer Membran mit einer Sandwichstruktur genannten Vorteile auf. Es versteht sich, daß durch die Anordnung von zwei Sandwich-Systemen sowohl eine

weitere Verbesserung der Abschirmung gegen von außen in die Membran eindringende Feuchtigkeit als auch eine verbesserte Möglichkeit zur Einstellung der Membranspannung erreicht werden kann.

5

Anstelle eines Sandwich-Systems aus PECVD-Silizium-Oxid und PECVD-Silizium-Nitrid können auch mit unterschiedlichen (CVD-) Depositionsverfahren (LPCVD, APCVD usw.) hergestellte Silizium-Oxidschichten mit unterschiedlichen Schichtspannungen verwendet werden, wodurch es ebenfalls möglich ist, die Membranspannung in weiten Bereichen einzustellen. Ein Sandwich-System aus Silizium-Oxidschichten mit unterschiedlichen Schichtspannungen kann zudem mit einer Deckschicht aus LPCVD- oder PECVD-Silizium-Nitrid kombiniert werden. Bei den Silizium-Oxidschichten des Sandwich-Systems handelt es sich vorzugsweise um PECVD-Silizium-Oxidschichten.

10

15

20

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, die Silizium-Nitridschicht 8 der bekannten Membran 23 in Fig. 1 nicht durch LPCVD, sondern durch PECVD herzustellen. Die erfindungsgemäßen PECVD-Silizium-Nitridschichten der Figuren 2 bis 5 sind mit dem Bezugszeichen 28 versehen.

25

30

Da PECVD zur Herstellung von Silizium-Nitridschichten oder Silizium-Oxidschichten typischerweise bei einer niedrigeren Temperatur als LPCVD oder eine thermische Oxidation abläuft, kann eine erfindungsgemäße Membran bei einer niedrigeren Temperatur erzeugt werden. Hierdurch wird die Ausbildung von Sauerstoffpräzipitaten im Siliziumkristall verringert, wodurch sich beim Ätzen mit Kaliumhydroxid oder anderen naßchemischen Siliziumätzen steilere und gleichmäßigere Ätzflanken erhalten lassen. Dies führt zu einem gleichmäßigeren Übergang zwischen

Siliziumsubstrat und Membran im Membraneinspannbereich, was eine positive Auswirkung auf die Membranstabilität hat.

Ferner bedarf es zur Herstellung eines erfindungsgemäßen
5 Massenflußsensors lediglich eines einstufigen KOH-
Ätzprozesses, wenn im Aussparungsbereich 5 das Oxid 4
vollständig entfernt wird und die Nitridschicht 28 KOH-
resistent ausgeführt ist.

Bezugszeichenliste:

- 1 Massenflußsensor
- 2 Silizium-Substrat
- 5 3 Silizium-Oxidschicht
- 4 Silizium-Oxidschicht
- 5 Aussparung
- 6 Rahmen
- 7 Silizium-Nitridschicht
- 10 8 LPCVD-Silizium-Nitridschicht
- 9 Reoxidschicht
- 10 Platin-Schicht
- 11 Silizium-Oxidschicht
- 12 Aluminium-Kontaktanschluß
- 15 13 Feuchtigkeitsbarriere
- 14 Silizium-Nitridschicht
- 15 Silizium-Oxidschicht
- 16 Silizium-Nitridschicht
- 17 Silizium-Oxidschicht
- 20 18 Silizium-Oxidschicht
- 19 Silizium-Nitridschicht
- 20 Silizium-Oxidschicht
- 21 Silizium-Nitridschicht
- 22 Silizium-Oxidschicht
- 25 23 Membran
- 24 Membran
- 25 Membran
- 26 Membran
- 27 Membran
- 30 28 PECVD-Silizium-Nitridschicht
- 200 Massenflußsensor
- 300 Massenflußsensor
- 400 Massenflußsensor
- 500 Massenflußsensor

ROBERT BOSCH GMBH

Postfach 30 02 20

D-70442 Stuttgart

5

Massenflußsensor mit verbesserter Membranstabilität

10

Zusammenfassung

Die Erfindung geht aus von einem Massenflußsensor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

15

Zur Verbesserung der Membranstabilität des bekannten Massenflußsensors ist erfindungsgemäß insbesondere vorgesehen, die bei dem bekannten Massenflußsensor vorhandene Reoxidschicht (9) durch eine dickere PECVD-Silizium-Oxidschicht (18) zu ersetzen, die Dicke der auf der Platin-Schicht (10) abgeschiedenen Silizium-Oxidschicht (11) zu erhöhen und den bekannten Massenflußsensor zudem mit einer eine Feuchtigkeitsbarriere (13) bildenden Deckschicht zu versehen, die aus PECVD-Silizium-Nitrid besteht.

25

(Fig. 2)

30

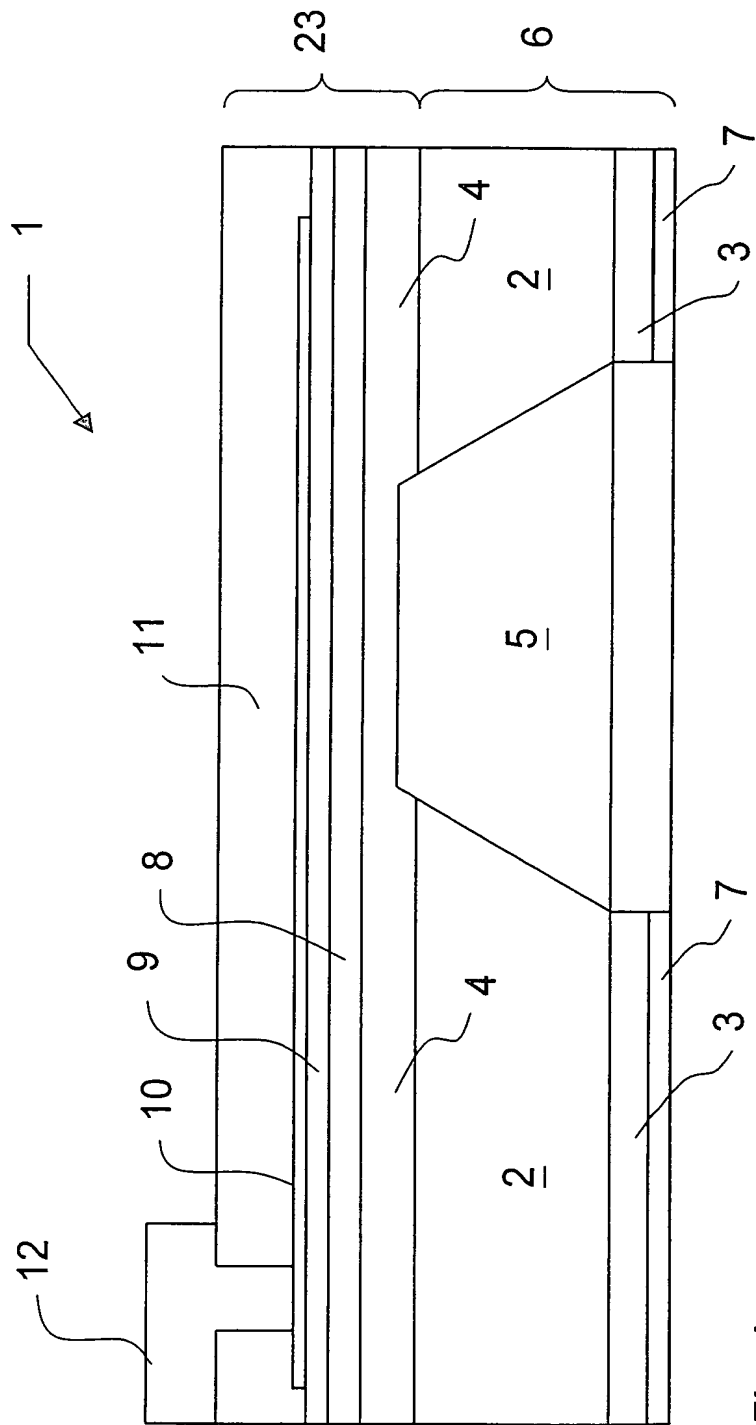


Fig. 1

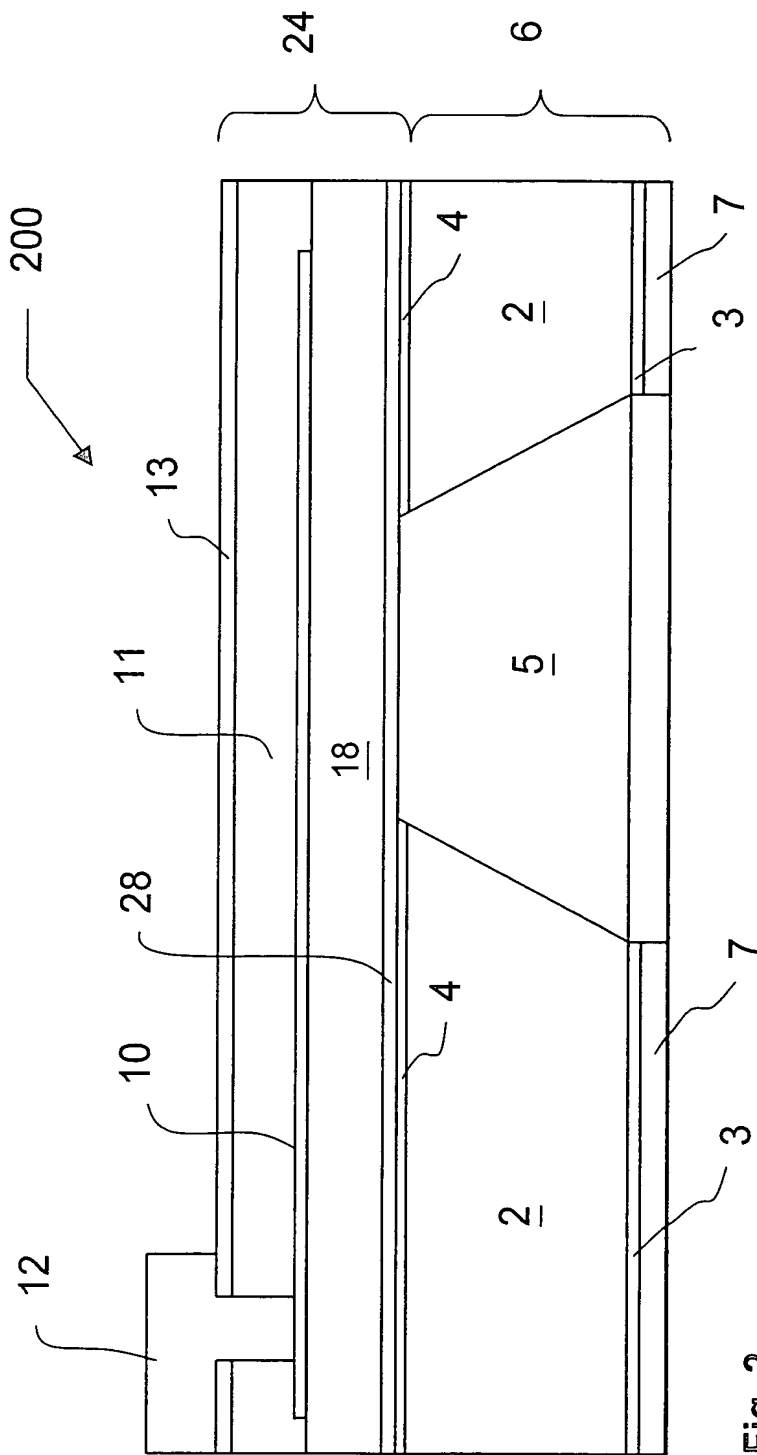
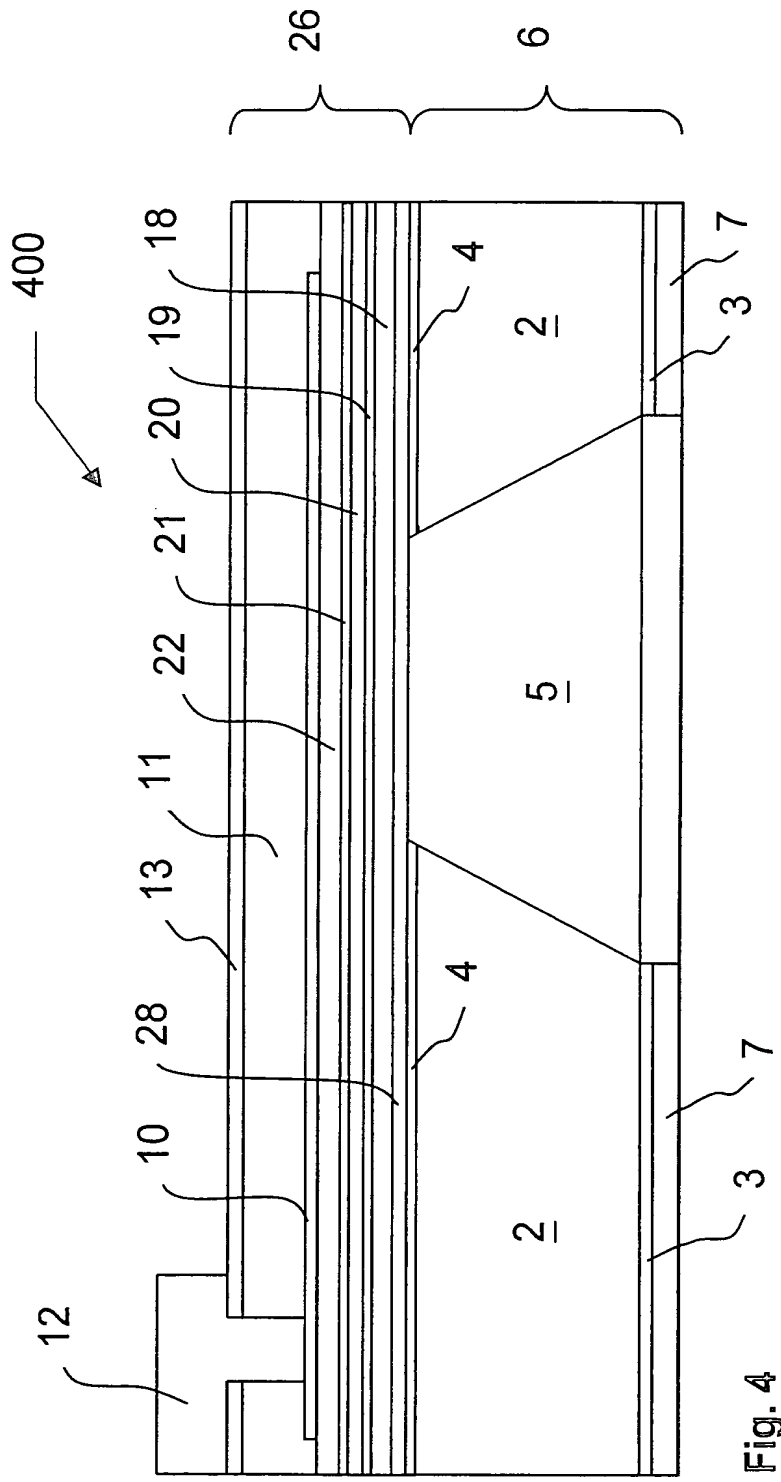


Fig. 2



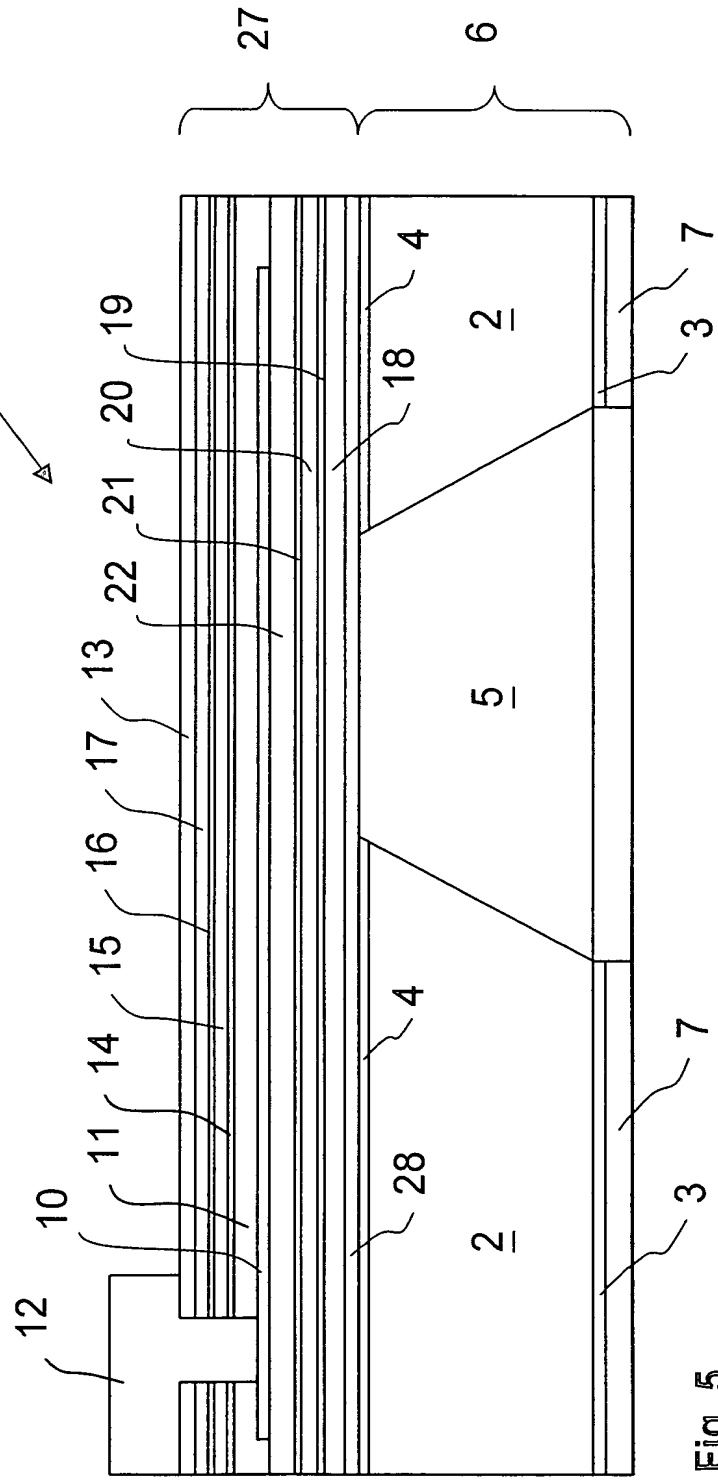


Fig. 5



Creation date: 05-06-2004
Indexing Officer: CNGO2 - CHRIS NGO
Team: OIPEBackFileIndexing
Dossier: 09699704

Legal Date: 01-03-2001

No.	Doccode	Number of pages
1	CTMS	1

Total number of pages: 1

Remarks:

Order of re-scan issued on